

CHANGYONG DIANGONG JINENG

常用电工技能

一本通

高惠瑾 凌玉泉 等编

BENTONG



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



常用电工技能一本通

高惠瑾 凌玉泉 等编



机械工业出版社

本书在介绍安全用电、电工基础知识和电工基本操作技能的基础上,重点介绍了电工在实际工作中的具体应用实例和实用技术。内容包括:安全用电;电工基础;工具与仪表;基本操作技能;电气照明;数控机床与可编程序控制器;三相异步电动机;变压器;电工常用配电线路;低压电器及应用等。

本书内容新颖、丰富,既有电工基本知识,又有具体操作技能,本书适合广大初、中级电工(包括一般电工操作人员、维修安装电工)以及职业院校相关专业的师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

常用电工技能一本通/高惠瑾,凌玉泉等编. —北京:机械工业出版社, 2011.5

ISBN 978-7-111-34515-2

I. ①常… II. ①高…②凌… III. ①电工技术-基本知识 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第083357号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张俊红 责任编辑:赵玲丽 版式设计:霍永明

责任校对:申春香 封面设计:马精明 责任印制:杨 曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2011年7月第1版第1次印刷

148mm×210mm·9.125印张·269千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-34515-2

定价:29.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务 网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国经济建设的不断发展，电气技术也在日渐普及，从事电气工作的人员也越来越多，为了帮助广大电气工作人员掌握更多的电气方面的知识和技能，特编写了《常用电工技能一本通》一书，目的是给初、中级电工技术人员、电气维修人员、职业学院学生以及下岗再就业人员提供一本更实用、更具有操作性的技能实训图书，使广大读者能活学活用，在较短的学习时间中，学到更实用的技能和宝贵的电工经验技巧，并能应用到自己的实际工作当中，达到立竿见影的良好效果。愿本书能使电工同行朋友开阔眼界，增加更多实用知识，增强操作技能，同时也希望本书能成为电工朋友的良师益友。

参加本书编写的人员还有黄海平、黄鑫、李燕、凌黎、刘彦爱、凌万泉、李渝陵、朱雷雷、凌珍泉、贾贵超、刘守真、谭亚林，在此表示感谢。本书在编写过程中参考了很多同行的优秀作品，也有一些来自网络的资料，由于太过分散，故没有逐一列出来源，这里对这些同行及朋友一并表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免有错误和不当之处，欢迎读者提出宝贵意见。

目 录

前言

第1章 安全用电	1
1.1 安全用电的基本知识	1
1.1.1 安全用电常识	1
1.1.2 电气消防常识	2
1.1.3 灭火器的使用常识	3
1.1.4 触电急救常识	5
1.1.5 触电急救方法	6
1.2 接地装置的安装	9
1.2.1 接地和接零	9
1.2.2 接地体的安装	12
1.2.3 接地线的安装	15
1.2.4 接地电阻的检测	18
1.2.5 接地装置的维修	19
1.3 防雷保护	20
1.3.1 防止直接雷击的措施	20
1.3.2 防止雷电感应的措施	21
1.3.3 避雷针	21
1.3.4 间隙避雷装置	23
1.3.5 避雷器	23
1.3.6 防雷常识	26
第2章 电工基础	27
2.1 电流	27
2.2 电压	28
2.3 电阻	29
2.4 欧姆定律	31
2.5 阻抗	31
2.6 导体	32

2.7 绝缘体	32
2.8 短路	33
2.9 断路	33
2.10 简单的电路图	33
2.11 电功	34
2.12 电阻的串联	35
2.13 电阻的并联	36
2.14 电功与电功率	37
2.15 电容与电容器	38
2.16 交流电	40
2.17 右手定则	42
2.18 安培力的方向	42
第3章 工具与仪表	43
3.1 常用工具	43
3.1.1 低压验电笔	43
3.1.2 高压验电笔	45
3.1.3 螺钉旋具	46
3.1.4 钢丝钳	47
3.1.5 尖嘴钳	47
3.1.6 管子割刀	48
3.1.7 管子钳	48
3.1.8 千分尺	49
3.1.9 游标卡尺	50
3.1.10 量角器	51
3.1.11 塞尺	51
3.1.12 水平仪	52
3.2 常用仪表	52
3.2.1 万用表	52
3.2.2 钳形电流表	57
3.2.3 绝缘电阻表	58
第4章 基本操作技能	63
4.1 导线绝缘层的剖削	63
4.1.1 塑料硬线绝缘层的剖削	63
4.1.2 皮线线头绝缘层的剖削	64

4.1.3	花线线头绝缘层的剖削	64
4.1.4	塑料护套线线头绝缘层的剖削	64
4.2	导线的连接	65
4.2.1	单股铜芯导线的直线连接	65
4.2.2	单股铜芯导线的 T 字分支连接	65
4.2.3	7 股铜芯导线的直线连接	66
4.2.4	7 股铜芯导线的 T 字分支连接	67
4.2.5	线头与接线桩的连接	67
4.2.6	导线绝缘层的恢复	68
4.3	手工攻螺纹	68
4.3.1	攻螺纹的工具	68
4.3.2	攻螺纹的操作方法	70
4.4	手工套螺纹	71
4.4.1	套螺纹的工具	71
4.4.2	套螺纹的操作方法	72
4.5	安装木棒、胀管和膨胀螺栓	73
4.5.1	木棒的安装	73
4.5.2	胀管的安装	74
4.5.3	膨胀螺栓的安装	76
4.6	手工电弧焊	77
4.6.1	电弧焊工具	77
4.6.2	焊接头的形式	79
4.6.3	焊接方式	80
4.6.4	操作步骤和方法	81
第 5 章	照明电气设备的安装与维修	84
5.1	照明开关	84
5.2	常用插座	87
5.3	白炽灯	88
5.4	自镇流荧光高压汞灯的应用	89
5.5	荧光灯	90
5.6	单相照明刀开关	93
5.7	瓷插式熔断器	94
5.8	单相电能表的选用	96
5.9	客厅照明的选择	100

5.10 装饰灯具在房间的应用	103
5.11 照明电器线路的明暗敷设安装选择	106
5.12 开关、插座面板及其安装	106
5.13 家庭装修电工施工中塑料护套线的敷设方法	112
5.14 住宅装饰常见电器安装及接线	114
5.15 一室一厅配电线路	118
5.16 二室一厅居室电源布线分配线路	119
5.17 照明进户配电箱线路	121
5.18 两地控制一盏灯的安装应用举例	121
5.19 木制配电板整体的安装	123
5.20 照明开关的常见故障及检修方法	124
5.21 插座的常见故障及检修方法	124
5.22 白炽灯的常见故障及检修方法	125
5.23 高压水银荧光灯的常见故障及检修方法	126
第6章 数控机床与可编程序控制器	128
6.1 数控机床基本知识	128
6.1.1 数控机床的控制原理	128
6.1.2 数控机床的特点	128
6.1.3 数控机床的组成	129
6.2 数控机床电气故障检修	131
6.3 可编程序控制器的特点	133
6.4 可编程序控制器的组成	134
6.5 可编程序控制器的控制系统组成及其等效电路	136
6.6 可编程序控制器的常见故障	138
第7章 三相异步电动机	139
7.1 三相异步电动机的结构和工作原理	139
7.1.1 三相异步电动机的基本结构	139
7.1.2 三相异步电动机的工作原理	140
7.2 三相异步电动机的铭牌	142
7.2.1 铭牌的一般形式	142
7.2.2 铭牌的含义	143
7.3 三相异步电动机的选择和安装使用	146
7.3.1 电动机的选择	146
7.3.2 电动机的安装	148

7.3.3 电动机的使用	154
7.3.4 电动机定子绕组首、尾端的判别	156
7.3.5 电动机的接线	157
7.4 三相异步电动机的电气控制	158
7.4.1 电动机全电压起动控制	158
7.4.2 电动机正反转控制	161
7.4.3 电动机减压起动控制	165
7.4.4 电动机制动控制	169
7.5 三相异步电动机的维护和检查	173
7.5.1 电动机的维护	173
7.5.2 电动机的拆卸和装配	175
7.5.3 电动机常见故障的检查	182
第8章 变压器	188
8.1 变压器的工作原理	188
8.1.1 单相变压器的工作原理	188
8.1.2 三相变压器的工作原理	189
8.2 变压器的结构和铭牌	190
8.2.1 变压器的结构	190
8.2.2 变压器的铭牌	193
8.3 变压器的选用与安装	196
8.3.1 变压器的选用	196
8.3.2 变压器的安装	197
8.4 变压器的维护和故障检修	199
8.4.1 运行中的检查	199
8.4.2 变压器的常见故障及检修方法	201
第9章 电工常用配电线路	202
9.1 利用封闭式负荷开关手动正转控制线路	202
9.2 用倒顺开关的正反转控制线路	202
9.3 具有过载保护的正转控制线路	203
9.4 点动与连续运行控制线路	204
9.5 避免误操作的两地控制线路	204
9.6 三地(多地点)控制线路	205
9.7 按钮联锁正反转控制线路	206
9.8 接触器联锁的正反转控制线路	206

9.9	按钮、接触器复合联锁的正反转控制线路	207
9.10	用按钮点动控制电动机起停线路	208
9.11	接触器联锁的点动和长动正反转控制线路	208
9.12	单线远程正反转控制线路	209
9.13	用转换开关预选的正反转起停控制线路	210
9.14	自动往返控制线路	210
9.15	单线远程控制电动机起停线路	211
9.16	能发出起停信号的控制线路	212
9.17	两台电动机按顺序启动同时停止的控制线路	213
9.18	两台电动机按顺序启动分开停止的控制线路	214
9.19	两条运输原料传送带的电气控制线路	215
9.20	多台电动机可同时启动又可有选择起动的控制线路	216
9.21	HZ5 系列组合开关应用线路	217
9.22	电动葫芦的电气控制线路	218
9.23	用 8 挡按钮操作的行车控制	219
9.24	10t 桥式起重机的电气控制线路	219
9.25	自耦减压起动器线路	225
9.26	QX1 型手动控制 Y - Δ 减压起动线路	226
9.27	XJ01 型自动补偿减压起动控制柜线路	227
9.28	75kW 电动机起动配电柜线路	228
9.29	电磁闸瓦制动控制线路	229
9.30	单向运转全波整流能耗制动线路	230
9.31	单相照明双路互备自投供电线路	231
9.32	双路三相电源自投线路	232
9.33	自动节水线路	233
9.34	电力变压器自动风冷线路	233
9.35	用电接点压力表做水位控制	234
9.36	UQK-2 型浮球液位变送器接线线路	235
9.37	全自动水位控制水箱放水线路	237
9.38	一种高位停低位开的自动控制线路	238
9.39	电流型漏电保护器	238
9.40	电能表的防雷接线线路	239
9.41	单相跳入式电能表的接线	241
9.42	单相电能表测有功功率顺入接线	242

9.43 三种 DT8 型三相四线制电能表接线方法	243
第 10 章 低压电器及应用	245
10.1 低压熔断器	245
10.1.1 几种常用的熔断器	245
10.1.2 熔断器的选用	246
10.1.3 熔断器安装及使用的注意事项	247
10.1.4 熔断器的常见故障及检修方法	248
10.2 低压断路器	248
10.2.1 低压断路器的选用	249
10.2.2 低压断路器的安装、使用和维护	250
10.2.3 低压断路器的常见故障及检修方法	250
10.3 交流接触器	252
10.3.1 交流接触器的选用	253
10.3.2 交流接触器的安装、使用和维护	254
10.3.3 交流接触器的常见故障及检修方法	254
10.4 热继电器	256
10.4.1 热继电器的选用	257
10.4.2 热继电器的安装、使用和维护	258
10.4.3 热继电器的常见故障及检修方法	258
10.5 时间继电器	259
10.5.1 时间继电器的选用	260
10.5.2 时间继电器的安装使用和维护	260
10.5.3 时间继电器的常见故障及检修方法	261
10.6 开启式负荷开关	261
10.6.1 开启式负荷开关的选用	262
10.6.2 开启式负荷开关的安装和使用注意事项	262
10.6.3 开启式负荷开关的常见故障及检修方法	263
10.7 封闭式负荷开关	263
10.7.1 封闭式负荷开关的选用	264
10.7.2 封闭式负荷开关的安装及使用注意事项	264
10.7.3 封闭式负荷开关的常见故障及检修方法	265
10.8 组合开关	265
10.8.1 组合开关的选用	266
10.8.2 组合开关的安装及使用注意事项	266

10.8.3 组合开关的常见故障及检修方法	266
10.9 按钮	267
10.9.1 按钮的选用	267
10.9.2 按钮的安装和使用	268
10.9.3 按钮的常见故障及检修方法	268
10.10 行程开关	269
10.10.1 行程开关的选用	269
10.10.2 行程开关的安装和使用	270
10.10.3 行程开关的常见故障及检修方法	270
10.11 凸轮控制器	270
10.11.1 凸轮控制器的选用	271
10.11.2 凸轮控制器的安装和使用	271
10.11.3 凸轮控制器的常见故障及检修方法	271
10.12 自耦减压起动器	272
10.12.1 自耦减压起动器的选用	273
10.12.2 自耦减压起动器的安装和使用注意事项	273
10.12.3 自耦减压起动器的常见故障及检修方法	273
10.13 磁力起动器	274
10.13.1 磁力起动器的选用	275
10.13.2 磁力起动器的安装和使用	275
10.13.3 磁力起动器的常见故障及检修方法	276
10.14 星—三角起动器	277
10.14.1 星—三角起动器的型号	277
10.14.2 星—三角起动器的安装和使用	277

第1章 安全用电

1.1 安全用电的基本知识

1.1.1 安全用电常识

1) 所有电源开关要装在相线上，不能装在零线上。照明灯采用螺口灯座时，相线必须接在灯座的顶芯上；灯泡拧紧后，金属部分不可外露。悬挂吊灯的灯头离地面的高度不应小于2m。

2) 安装电灯严禁用“一线一地”（即用铁丝或铁棒插入地下代替零线）的做法。

3) 更换灯泡时要先关闭电源，人站在木凳子或干燥的木板上，使人体与地面绝缘。

4) 在一个插座上不应接过多用电器；根据电能表和导线用电量限，不可超负荷用电。

5) 不可用湿手接触带电的开关、灯座、导线和其他带电体。

6) 使用家用电器，特别是新购买的电器，要事先了解其性能、特点、使用方法以及注意事项，防止乱动。

7) 有金属外壳的家用电器，如电冰箱、电扇、电熨斗、电烙铁、电热炊具等，要用有接地极的三极插头和三孔插座，而且要求接地装置良好，或者加装触电保安器。当不能满足这些要求时，至少应采取电气隔离措施。

8) 不可将照明灯、电熨斗、电烙铁等器具的导线绕在手臂上进行工作。

9) 用电器具出现异常，如电灯不亮，电视机无影像或无声音，电冰箱、洗衣机不起动等情况时，要先断开电源，再作修理。

10) 电器设备工作时，不允许以拖拉电源线方式来搬移电器。用电设备不用时应及时切断电源。尽量避免雨天修理户外电器设备或移动带电的电器设备。

11) 临时使用的电线要用绝缘电线、花线、电缆等, 禁止使用裸导线, 并且不得随地乱拖, 要尽可能吊挂起来。临时线用毕后应及时拆除, 不要长久带电。临时线的绝缘性能也要符合要求, 不可用老化破旧的电线。临时线拆除时需先切断电源, 并从电源端拆向负载; 而安装时, 顺序与此相反, 即线路全部安装完毕最后才能接通电源。

12) 禁止在电线上晾衣服、挂东西。不要接近已断了的电线, 更不可直接接触。雷雨时不要接近避雷装置的接地极。

13) 尽可能不要带电修理电器和电线。在检修前, 应先用试电笔检测是否带电, 经确认无电后方可工作。另外, 为防止线路突然来电, 应拉开刀开关、拔下熔断器盖并带在身上。

14) 导线、接头、插座、接线盒要分布放置, 连接应符合规范, 不得乱拉乱接电线, 导线连接处注意要有良好的绝缘。

15) 室内布线及电器设备, 不可有裸露的带电体, 对于裸露部分应包上绝缘带或装设罩盖。当刀开关罩盖、熔断器、按钮盒、插头、插座等有破损而使带电部分外露时, 应及时更换, 不可将就使用。

16) 在高温、潮湿和有腐蚀性气体的场所, 如厨房、浴室、卫生间等, 不允许安装一般的插头、插座, 应选用有罩盖的防溅型插座。检修这类场所的灯具时, 特别要注意防止触电, 最好停电后进行。

1.1.2 电气消防常识

在电的生产、传输、变换和使用过程中, 由于线路短路、接点发热、电动机电刷打火、电动机长时间过载运行、油开关或电缆头爆炸、低压电器触头分合、熔断器熔断、电热设备使用不当等原因, 可能引起电气火灾。作为电气操作人员应该掌握必要的电气消防知识, 以便在发生电气火灾时, 能运用正确的灭火知识, 指导和组织人员迅速灭火。

1) 电气火灾的危害性很大, 一旦发生, 损失惨重。因此, 对电气火灾一定要贯彻“预防为主”的原则, 防患于未然。

2) 发生火灾时, 不要惊慌, 迅速报警; 尽快切断电源, 防止火势蔓延。

3) 不可用水和泡沫灭火器灭火（尤其是油类火警），应采用黄砂、二氧化碳、1211、四氯化碳、干粉灭火器灭火。

4) 灭火人员不可使身体及手中的灭火器碰触到有电的导线或电气设备，防止灭火时发生触电事故，如果电线断落在地上，灭火人员最好穿绝缘鞋。

5) 在危急情况下，为了争取灭火的主动权，争取时间控制火势，在保证人身安全的情况下可以带电灭火，在适当时机再切断电源，但千万要注意安全。

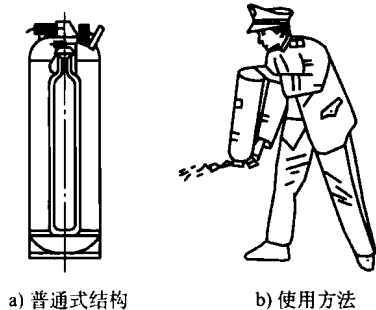
6) 对于旋转电机火灾，为防止矿物性物质落入设备内部，击穿电机的绝缘，一般不宜用干粉、砂子、泥土灭火。

1.1.3 灭火器的使用常识

1. 泡沫灭火器的使用

泡沫灭火器适用于扑救油脂类、石油类产品及一般固体物质的初起火灾。泡沫灭火器只能立着放置。其使用方法如图 1-1 所示。

泡沫灭火器筒身内悬挂装有硫酸铝水溶液的玻璃瓶或聚乙烯塑料制成的瓶胆。筒身内装有碳酸氢钠与发泡剂的混合溶液。使用时将筒身颠倒过来，碳酸氢钠与硫酸两溶液混合后发生化学作用，产生二氧化碳气体泡沫由喷嘴喷出。对准被灭火物持续喷射，大量的二氧化碳气体覆盖在物体表面，使其与氧气隔绝，即可将火势控制。使用时，必须注意不要将筒盖、筒底对着人体，以防万一爆炸伤人。



a) 普通式结构

b) 使用方法

图 1-1 泡沫灭火器的使用方法

2. 二氧化碳灭火器的使用

二氧化碳灭火器主要适用于扑救贵重设备、档案资料、仪器仪表、额定电压 600V 以下的电器及油脂等的火灾。但不适用于扑灭金属钾、钠的燃烧。二氧化碳灭火器分为手轮式和鸭嘴式两种手提式灭火器，鸭嘴式二氧化碳灭火器的使用方法如图 1-2 所示。

二氧化碳灭火器的钢瓶内装有液态的二氧化碳,使用时液态二氧化碳从灭火器喷出后迅速蒸发,变成固体雪花状的二氧化碳。固体二氧化碳在燃烧物体上迅速挥发而变成气体。当二氧化碳气体在空气中含量达到30%~35%时,物体燃烧就会停止。鸭嘴式二氧化碳灭火器使用时,一手拿喷筒对准火源,一手握紧鸭舌,气体即可喷出。二氧化碳导电性差,电压超过600V必须先停电后灭火,二氧化碳怕高温,存放点温度不应超过42℃。使用时不要用手摸金属导管,也不要把手筒对着人,以防冻伤。喷射方向应顺风,切勿逆风使用。



图 1-2 鸭嘴式二氧化碳灭火器的使用方法

3. 干粉灭火器的使用

干粉灭火器主要适用于扑救石油及其产品、可燃气体和电器设备的初起火灾。其使用方法如图 1-3 所示。

使用干粉灭火器时先打开保险销,把喷管口对准火源,另一手紧握导杆提环,将顶针压下,干粉即喷出。

4. 1211 灭火器的使用

1211 灭火器适用于扑救油类、精密机械设备、仪表、电子仪器、设备及文物、图书、档案等贵重物品的初起火灾。其使用方法如图 1-4 所示。

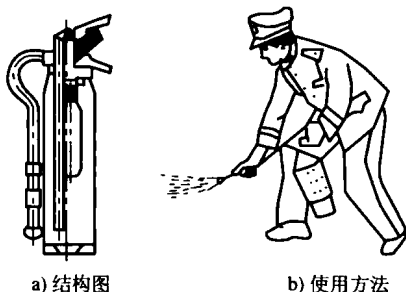


图 1-3 干粉灭火器的使用方法



图 1-4 1211 灭火器的使用方法

1211 灭火器钢瓶内装满二氟一氯一溴甲烷的卤化物，是一种使用较广的灭火器。使用时，拔掉保险销，然后用力握紧压把开关，由压杆使密封阀开启，在氮气压力作用下，灭火剂喷出。灭火时，应垂直操作，不可平放和颠倒使用，喷嘴要对准火焰根部，沿顺风左右扫射，并快速向前推进，当火扑灭后，松开压把开关，喷射即停止。

1.1.4 触电急救常识

人体触电后，除特别严重当场死亡外，常常会暂时失去知觉，形成假死。如果能使触电者迅速脱离电源并采取正确的救护方法，可以挽救触电者的生命。实验研究和统计结果表明，如果从触电后 1min 开始救治，90% 可以救活；从触电后 6min 开始救治，则仅有 10% 的救活可能性；如果触电后 12min 开始救治，救活的可能性极小。因此，使触电者迅速脱离电源是触电急救的重要环节。当发生触电事故时，抢救者应保持冷静，争取时间，一面通知医务人员，一面根据伤害程度立即组织现场抢救。切断电源要根据具体情况和条件采取不同的方法，如急救者离开关或插座较近，应迅速拉下开关或拔出插头，以切断电源，如图 1-5a 所示；如距离较远，应使用干燥的木棒、竹竿等绝缘物将电源移掉，如图 1-5b 所示；如附近没有开关、插座等，则可用带绝缘手柄的钢丝钳从有支撑物的一端剪断电线，如图 1-5c 所示；如果身边什么工具都没有，可以用干衣服或者干围巾等将自己一只手厚厚地包裹起来，拉触电者的衣服，附近有干燥木板时，最好站在木板上拉，使触电人脱离电源，如图 1-5d 所示。总之，要迅速用现场可以利用的绝缘物，使触电者脱离电源，并要防止救护者触电。

当触电者脱离电源后，应立即将其移至附近通风干燥的地方，松开其衣裤，使其仰卧，并检查其瞳孔、呼吸、心跳与知觉情况，初步了解其受伤程度。

轻微受伤者一般不会有生命危险，应给予关心、安慰；对触电后精神失常者，应使其保持安静，防止其狂奔或伤人；对失去知觉，呼吸不齐、微弱或完全停止，但还有心跳者，应采用“口对口人工呼吸法”进行抢救；对有呼吸，但心跳不规则、微弱或完全停止者，应采用“胸外心脏挤压法”进行抢救；对呼吸与心跳均完全停止者，应同时采用“口对口人工呼吸法”和“胸外心脏挤压法”进行抢救。抢救